مخاطب گرامی! به احترام
تهیه‌کنندگان این فایل، از بازنشر
غیرمجاز آن بپرهیزید.

فیزیک پایه۱

رایگان

کد محصول: ۱۰۲۶

ویرایش: بهار۱۳۹۹

www.Amad-Group.ir

۵۰ پرسش پایان ترم دانشگاههای سراسری استان تهران

۱ صنعتی شریف / پایان ترم دوم ۹۸-۱۳۹۷

مخزن آب یک خانه در ارتفاع H قرار گرفته است (H ارتفاع سطح آب از سطح زمین است). قطر لوله افقی در کف خانه که به مخزن نیز متصل است D می‌باشد. برای تأمین نیاز آب مصرفی خانه، این لوله می‌بایست آب را با آهنگ (جرم در واحد زمان) R به خانه منتقل کند. فرض کنید که قطر لوله (D) خیلی کوچک‌تر از قطر مخزن باشد.

الف) اگر آب با بیشینه آهنگ مصرفی در حال انتقال به خانه باشد، فشار آب در لوله افقی چقدر است؟

ب) یک لوله کوچک‌تر به قطر d آب مصرفی طبقه بالایی این خانه را در ارتفاع h نسبت به سطح زمین (که $h < H$) تأمین می‌کند. بیشینه سرعت آب خروجی از این لوله و فشار آب در این لوله چقدر است؟ از چسبندگی آب و لوله‌ها صرف‌نظر کنید.

۲ صنعتی شریف / پایان ترم دوم ۹۸-۱۳۹۷

www.Amad-Group.ir

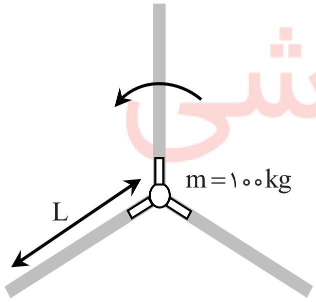
دنباله‌دار هالی هر ۷۶ سال یک بار به دور خورشید می‌چرخد. در حالتی که به خورشید نزدیک است، فاصله‌اش از خورشید تقریباً نصف اندازه فاصله زمین تا خورشید است. فاصله زمین تا خورشید ۱۵۰ میلیون کیلومتر است. جرم دنباله‌دار هالی $2.2 \times 10^{14}\,\mathrm{kg}$ است.

الف) دورترین فاصله این دنباله‌دار از خورشید چقدر است؟

ب) انرژی مکانیکی دنباله‌دار هالی چقدر است؟

ج) سرعت آن وقتی که به نزدیک‌ترین نقطه از خورشید می‌رسد را به‌دست آورید.

۳ صنعتی شریف / پایان ترم اول ۹۸-۱۳۹۷



مطابق شکل بال‌های هلی‌کوپتری که با میله‌هایی به طول $L=3m$ و جرم $m=100\,kg$ مدل شده است، توسط موتوری به گردش درمی‌آیند.

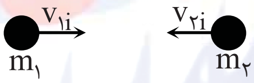
الف) ممان اینرسی کل سیستم حول محور دوران (عمود بر صفحه بال‌ها) را محاسبه کنید.

ب) اگر موتور هلی‌کوپتر بتواند با شتاب زاویه‌ای ثابت در مدت ۱۰ ثانیه بال‌ها را با فرکانس ۶ دور بر ثانیه به دوران دربیاورد، چه توان متوسطی خواهد داشت؟

توجه: ممان اینرسی یک میله با طول l و جرم m حول محور گذرنده از مرکز جرم آن و عمود بر آن $\frac{1}{12}ml^2$ است.

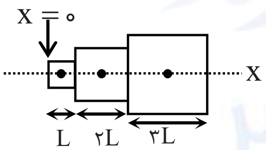
۴ صنعتی شریف / پایان ترم اول ۹۸-۱۳۹۷

دو جسم با جرم‌های m_1 و m_2 مطابق شکل در یک بُعد با هم برخورد می‌کنند، به‌طوری‌که $m_2=1/2m_1$ است. سرعت‌های اولیه طوری تنظیم شده‌اند که مقدار اندازه حرکت خطی هر دو جسم مساوی باشند. اگر جسم m_1 قبل از برخورد با سرعت $10\frac{m}{s}$ حرکت کند و در حین برخورد نصف انرژی جنبشی کل اولیه به انرژی درونی تبدیل شود، مقدار سرعت‌های نهایی دو جسم و جهت حرکت آن‌ها را تعیین کنید.



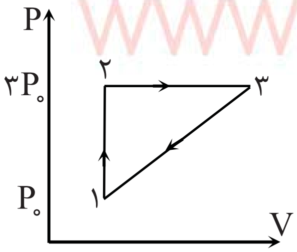
۵ صنعتی شریف / پایان ترم اول ۹۸-۱۳۹۷

www.Amad-Group.ir



مکان مرکز جرم سه مکعب که مطابق شکل دارای ابعاد L، ۲L و ۳L هستند و کنار هم قرار گرفته‌اند را محاسبه کنید. چگالی جرمی مکعب‌ها با هم برابر و ثابت است.

۶ تهران / پایان ترم اول ۹۸-۱۳۹۷



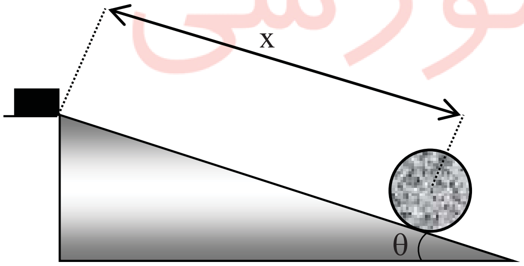
یک گاز ایده‌آل فرضی با نسبت گرماهای ویژه مولی γ $(\gamma \geq 3)$ چرخه فشار - حجم روبه‌رو را طی می‌کند. اگر تغییر انرژی درونی گاز در فرآیند ۲ به ۳، ΔU بوده و بازده این چرخه ۲۰ درصد باشد،

الف) حجم اولیه گاز در نقطه ۱ (V_0) برحسب ΔU، P_0 و γ چقدر است؟

ب) بعد از محاسبه V_0، جواب به‌دست آمده را به ازای $\gamma=3$ ساده کنید.

۷) تهران / پایان ترم اول ۹۸-۱۳۹۷

مطابق شکل، یک رول استوانه‌ای از کاغذ لول شده با شعاع اولیه r_0 از حالت سکون بر روی سطح شیبدار رها شده و اجازه داده می‌شود که بر روی سطح شیبدار باز شده و به پایین بغلتد. ابتدای کاغذ در بالای سطح ثابت نگه داشته شده است به‌طوریکه با غلتش لول کاغذ به پایین، کاغذ بر روی سطح شیبدار قرار می‌گیرد. طول کل کاغذ رول شده برابر L، عرض آن w و چگالی جرم سطحی کاغذ σ می‌باشد. x مسافتی است که در هر لحظه رول کاغذ بر روی سطح شیبدار باز شده است. شعاع رول در مقایسه با x کوچک است.



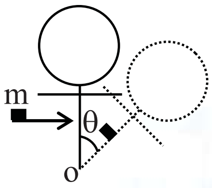
با فرض اینکه ضخامت کاغذ در مقایسه با شعاع رول r بسیار کوچک بوده و در نتیجه از تغییرات r در مقایسه با x بتوان صرف‌نظر کرد، سرعت رول کاغذ v را برحسب مسافت x بیابید. پاسخ نهایی باید فقط برحسب g، x، L و θ باشد.

راهنمایی: لختی دورانی استوانه‌ای به جرم M و شعاع R حول محور مرکزی آن $I = \frac{1}{2}MR^2$ می‌باشد.

۸) تهران / پایان ترم اول ۹۸-۱۳۹۷

www.Amad-Group.ir

مطابق شکل، سازه صلبی متشکل از دو میله باریک، هریک به طول L و جرم M داریم که به حلقه‌ای به شعاع $R = \frac{L}{2}$ و جرم M متصل شده است.



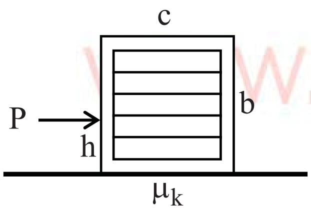
این سازه ابتدا به‌طور عمودی قرار دارد. ذره‌ای به جرم $m = \frac{2}{3}M$ با سرعت افقی V درست به وسط میله پایینی برخورد کرده و به آن می‌چسبد به‌طوریکه سازه حول لولای بدون اصطکاکِ O و در صفحه کاغذ شروع به چرخش می‌کند. رابطه‌ای برای سرعت زاویه‌ای ω سازه برحسب زاویه دوران θ به‌دست آورید.

راهنمایی: شتاب گرانش g، لختی دورانی میله نسبت به محور گذرنده از مرکز جرم آن $\frac{1}{12}ML^2$ و لختی دوران حلقه نسبت به مرکز آن MR^2 می‌باشد.

۹) تهران / پایان ترم اول ۹۸-۱۳۹۷

مطابق شکل نیروی P به جعبه همگن به جرم m وارد می‌شود. ضریب اصطکاک جنبشی بین جعبه و سطح افقی زیر آن برابر با μ_k می‌باشد و $P > \mu_k mg$ است.

الف) شتاب خطی مرکز جرم آن را بیابید.



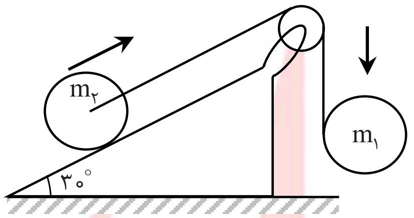
ب) فرض کنید جعبه در آستانه چرخش حول لبه جلویی خود می‌باشد. دیاگرام جسم - آزاد نیروهای وارد بر جعبه را رسم کنید. (محل اعمال نیروها را به‌دقت مشخص کنید) اکنون با نوشتن رابطه گشتاور نیرو τ حول مرکز جرم جعبه، مقدار حدی بیشینه h_{max} برای عدم چرخش حول لبه جلویی را بیابید.

ج) فرض کنید جعبه در آستانه چرخش حول لبه عقبی خود می‌باشد. دیاگرام جسم - آزاد نیروهای وارد بر جعبه را رسم کنید (محل اعمال نیروها را به‌دقت مشخص کنید). اکنون با نوشتن رابطه گشتاور نیرو τ حول مرکز جرم جعبه، مقدار حدی کمینه h_{min} برای عدم چرخش حول لبه عقبی را بیابید.

۱۰ علم و صنعت ایران / پایان ترم اول ۹۷-۱۳۹۶

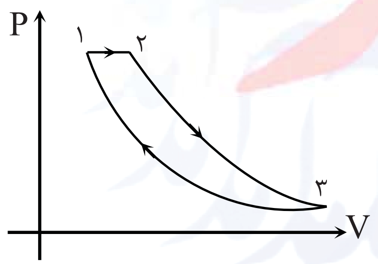
طناب بدون جرمی به دور یک استوانه همگن به جرم $m_1 = 12\,kg$ و شعاع $R_1 = 10\,cm$ پیچیده شده است و مطابق شکل بعد از گذشتن از روی یک قرقره بدون جرم به مرکز یک استوانه همگن به جرم $m_2 = 4\,kg$ و شعاع $R_2 = 10\,cm$ وصل شده است. اگر استوانه سمت راست با باز شدن طنابی که به دور آن پیچیده شده به پایین حرکت کند و استوانه روی سطح شیبدار به سمت بالا حرکت غلتشی محض داشته باشد؛ شتاب مرکز جرم هریک از دو استوانه را پیدا کنید. ($g = 10\frac{m}{s^2}$)

راهنمایی: لختی دورانی استوانه همگن حول محور تقارن آن برابر است با $I = \frac{1}{2}mR^2$



۱۱ تهران / پایان ترم اول ۹۷-۱۳۹۶

www.Amad-Group.ir



n مول از یک گاز ایده‌آل چرخه‌ای را طی می‌کند که از سه فرآیند هم‌فشار، بی‌دررو و هم‌دما تشکیل شده است. ظرفیت گرمایی مولی گاز در حجم و فشار ثابت به‌ترتیب برابر با C_V و C_p بوده و ثابت فرض می‌شود.

الف) معین کنید حداکثر و حداقل دمای چرخه در چه نقاطی رخ می‌دهد؟ آن‌ها را به‌ترتیب T_H و T_L بنامید.

ب) بازده ماشین حرارتی که این چرخه را طی می‌کند، فقط برحسب دو دمای T_H و T_L به‌دست آورید.

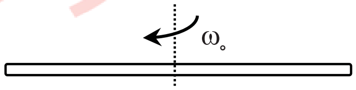
ج) چرخه را در صفحه دما - آنتروپی (نمودار T برحسب S) رسم کنید. (به‌طور کیفی) و نقاط ۱، ۲ و ۳ را روی آن معین نمایید.

د) تغییر آنتروپی گاز را در هر یک از سه فرآیند ۲→۱، ۳→۲ و ۱→۳ به‌دست آورید. با توجه به تعریف تغییر آنتروپی یک ماده در یک فرآیند بیان کنید که چرا در هر یک از فرآیندهای فوق تغییر آنتروپی مثبت، منفی و یا صفر است.

۱۲ تهران / پایان ترم اول ۹۷-۱۳۹۶

در دمای $T_0(K)$، میله‌ای بسیار باریک، بلند و یکنواخت به جرم m داریم. این میله با سرعت زاویه‌ای ω_0 در حال دوران حول محور عمود بر مرکز جرم خود در صفحه افقی است. توسط المنت گرمایی سبکی که

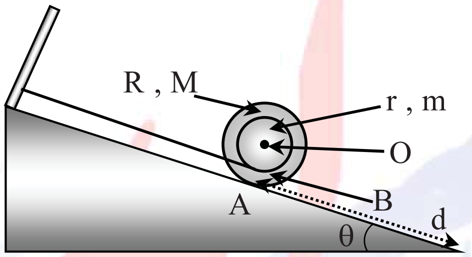
در مرکز میله تعبیه شده آن را به آهستگی گرم می‌کنیم به‌طوری که سرعت زاویه‌ای نهایی‌اش $\omega = \frac{\omega_\circ}{۲}$ می‌شود. تغییر آنتروپی میله در این فرآیند چقدر است؟ گرمای ویژه میله را $c(\frac{J}{kg\,K})$ و ضریب انبساط گرمایی آن را $\alpha(\frac{1}{K})$ فرض کنید.



۱۳ تهران / پایان ترم اول ۹۷-۱۳۹۶

www.Amad-Group.ir

مطابق شکل، یک یویو بر روی سطح شیبداری با فاصله d از پایین سطح تحت نیروی گرانش از حالت سکون شروع به حرکت می‌کند. یویو را می‌توان به صورت سه قرص یکنواخت در نظر گرفت به‌طوریکه قرص کوچک‌تر، به جرم m و شعاع r، بین دو قرص بزرگ‌تر هر یک به جرم M و شعاع R، مقید شده است. نخی در بالای سطح محکم بسته شده و حول قرص کوچک‌تر پیچیده شده است. در طول حرکت، نخ (بدون کش‌آمدگی و لغزش نسبت به قرص) همواره به‌صورت کشیده و موازی با سطح باز می‌شود.



الف) فرض کنید هیچ اصطکاکی بین یویو و سطح شیبدار وجود ندارد. تعیین کنید کدامیک از نقاط A (نقطه تماس یویو با سطح شیبدار)، B (نقطه تماس یویو با نخ) و یا O (مرکز یویو) در تمام طول حرکت دارای سرعت صفر می‌باشد. سپس سرعت مطلق دو نقطه دیگر را در هر لحظه برحسب سرعت زاویه‌ای یویو (ω) بیابید.

ب) با توجه به پاسخ قسمت (الف)، مقدار شتاب خطی مرکز جرم a_{cm}، شتاب زاویه‌ای یویو α و نیروی کشش نخ T را به‌دست آورید.

ج) با توجه به پاسخ قسمت (ب)، سرعت مرکز جرم v_{cm} یویو را در هنگامی‌که به پایین سطح می‌رسد بیابید.

د) حال فرض کنید که سطح شیبدار دارای ضریب اصطکاک جنبشی μ_k است. در این حالت، سرعت مرکز جرم یویو را در هنگامی‌که به پایین سطح می‌رسد به‌دست آورید.

۱۴ تهران / پایان ترم اول ۹۷-۱۳۹۶

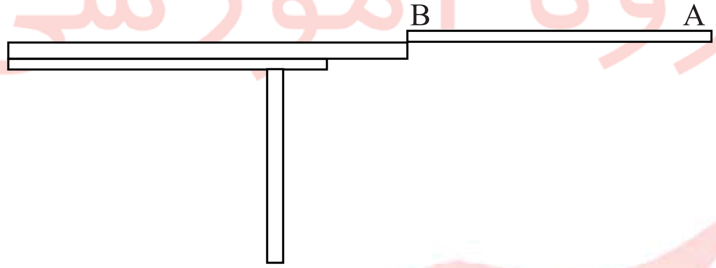
میله‌ای با جرم یکنواخت M و طول L به‌صورت افقی و معلق مطابق شکل قرار گرفته است به‌طوری که یک انتهای آن (B) روی لبهٔ میز بدون اصطکاکی تکیه داده شده است و انتهای دیگر آن (A) با دست نگه داشته شده است. ناگهان انتهای (A) که با دست نگه داشته شده بود رها می‌شود. در این صورت درست بعد از رها شدن میله:

الف) بردار گشتاور خالص را حول نقطه B روی لبه میز محاسبه نمایید.

ب) با توجه به پاسخ قسمت (الف)، مقدار شتاب زاویه‌ای میله را در این لحظه محاسبه نمایید.

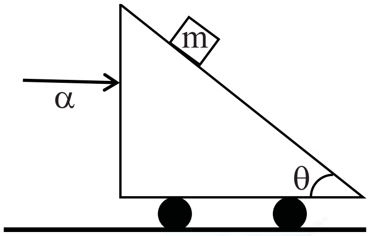
ج) مقدار شتاب مرکز جرم میله را بیابید.

د) نیروی عمودی و افقی وارد شده از سطح میز به میله در نقطه تکیه‌گاه (B) را محاسبه نمایید.



۱۵ دانشگاه علم و صنعت ایران / پایانترم دوم ۹۶-۱۳۹۵

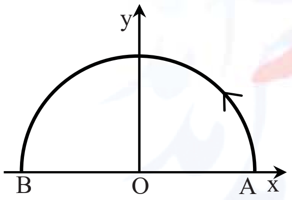
مطابق شکل جسم $m = ۲kg$ بر روی ارابه‌ای قرار دارد و ارابه با شتاب افقی $\alpha = \frac{۳g}{۷}$ به سمت راست حرکت می‌کند. اگر جسم m در آستانه لغزیدن روبه‌بالا باشد، ضریب مالش استاتیکی μ_s بین جسم و ارابه را بدست آورید اگر $\theta = \frac{\pi}{۴}$ باشد.



۱۶ دانشگاه علم و صنعت ایران / پایانترم دوم ۹۶-۱۳۹۵

الف) نشان دهید که آیا میدان نیروی $\vec{F} = x^۲y\hat{i} + xy\hat{j}$ پایستار هست یا خیر؟

ب) کار این نیرو را در جابجایی از نقطه $A = (R, ۰)$ به نقطه $B = (-R, ۰)$ روی نیم‌دایره‌ای به شعاع R بدست آورید.



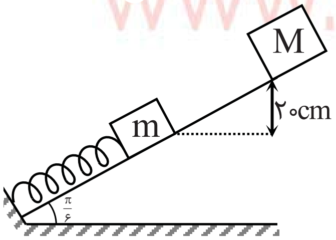
۱۷ دانشگاه علم و صنعت ایران / پایانترم دوم ۹۶-۱۳۹۵

www.Amad-Group.ir

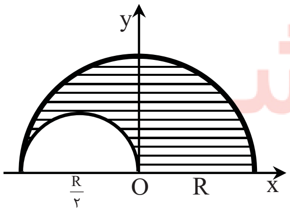
مطابق شکل جسمی به جرم $m = ۲kg$ به فنری تکیه داده شده و جسم دیگری به جرم $M = ۳kg$ در بالای گوه و ارتفاعی به میزان ۲۰ سانتیمتر بالاتر از جسم نخست قرار گرفته است. جسم دوم از حالت سکون شروع به حرکت کرده و با جسم نخست یک برخورد کشسان کامل انجام می‌دهد. پس از برخورد

الف) جسم دوم تا چه ارتفاعی روی گوه بالا می‌آید؟

ب) اگر از تراکم اولیه فنر صرف‌نظر شود، حداکثر تراکم فنر را بدست آورید. سطوح بدون مالش هستند و ضریب سختی فنر $K = ۱۲۰\frac{N}{m}$ و زاویه گوه برابر $\frac{\pi}{۶}$ است.



۱۸ دانشگاه علم و صنعت ایران / پایانترم دوم ۹۶-۱۳۹۵



از یک نیم قرص توپر با چگالی سطحی σ و شعاع R، یک نیم قرص به شعاع $\frac{R}{2}$ مطابق شکل خارج کرده‌ایم.

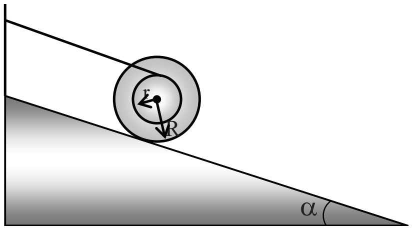
الف) مختصات مرکز جرم شکل باقیمانده را برحسب R بدست آورید.

ب) لختی دورانی شکل باقیمانده را حول محور OZ بدست آورید.

۱۹ دانشگاه علم و صنعت ایران / پایانترم دوم ۹۶-۱۳۹۵

www.Amad-Group.ir

قرقره‌ای بر روی سطح شیبدار قرار دارد و نخ پیچیده شده بر شعاع داخلی قرقره مطابق شکل به دیوار بالای سطح متصل است. با توجه به مقادیر داده شده شتاب محور قرقره را بدست آورید.



$r = ۳cm$, $\alpha = ۳۰^\circ$, $m = ۲۰۰g$

$I = ۰/۴۵ g.m^2$, $\mu_k = ۰/۳$, $R = ۶cm$

۲۰ دانشگاه علم و صنعت ایران / پایانترم دوم ۹۶-۱۳۹۵

یک دیسک از حالت سکون با شتاب زاویه‌ای ثابت $\alpha = ۱۶ \frac{Rad}{s^2}$ شروع به دوران می‌کند. ذره‌ای را به فاصله $r = ۱۰cm$ از محور دوران درنظر بگیریم.

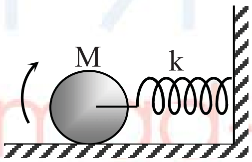
الف) شتاب شعاعی را در لحظه $t = ۱ \sec$ بدست آورید.

ب) شتاب مماسی این ذره را بدست آورید.

ج) اگر در لحظه‌ای معین اندازه این دو مولفه شتاب با هم مساوی باشد، ذره تا این لحظه مجموعاً چه زاویه‌ای را طی کرده است؟

۲۱ دانشگاه صنعتی امیرکبیر / پایانترم اول ۹۶-۱۳۹۵

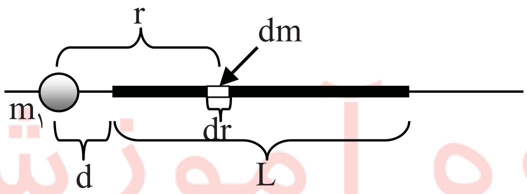
مطابق شکل، استوانه توپری به جرم M و شعاع R به فنری افقی با ثابت k متصل شده است. این سیستم را کمی از حالت سکون خارج کرده و سپس رها می‌نماییم تا استوانه روی سطح افقی بدون لغزش بغلتد. اگر مرکز جرم استوانه حرکت هماهنگ ساده‌ای داشته باشد، دوره تناوب آن را به‌دست آورید.



www.Amad-Group.ir

۲۲ دانشگاه صنعتی امیرکبیر / پایانترم اول ۹۶-۱۳۹۵

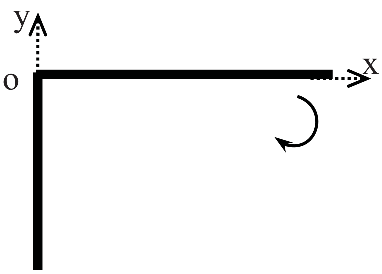
در شکل زیر ذره‌ای به جرم $m_1 = ۰/۶۷kg$ در فاصله $d = ۲۳cm$ از یک انتهای میله یکنواختی به جرم $M = ۵kg$ و طول $L = ۳m$ قرار دارد. اندازه نیروی گرانشی وارد بر ذره از طرف میله را محاسبه نمایید.



www.Amad-Group.ir

۲۳ دانشگاه صنعتی امیرکبیر / پایانترم اول ۹۶-۱۳۹۵

میله‌ای نازک به طول L (برحسب متر) و چگالی جرمی خطی $\lambda = x$ (برحسب کیلوگرم بر متر) مطابق شکل می‌تواند حول نقطه انتهایی خود O بچرخد.



الف) فاصله مرکز جرم میله تا نقطه O چقدر است؟

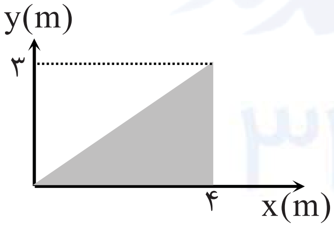
ب) میله در وضعیت افقی از حالت سکون رها می‌شود، با استفاده از اصل پایستگی انرژی، تندی زاویه‌ای میله را درست در لحظه‌ای که از وضعیت قائم عبور می‌نماید، به‌دست آورید.

۲۴ دانشگاه صنعتی امیرکبیر / پایانترم اول ۹۶-۱۳۹۵

در شکل (الف) گلوله‌ای به جرم m به‌طور افقی به دو قطعه که بر روی میز بدون اصطکاکی قرار دارند، شلیک شده است. گلوله با عبور از قطعه (به جرم $M_1 = 200m$) به داخل قطعه دوم (به جرم $M_2 = 499m$) فرو می‌رود. تندی‌هایی که دو قطعه به آن می‌رسند (شکل ب) عبارتند از $V_1 = 1\frac{m}{s}$ و $V_2 = 2\frac{m}{s}$. با صرف‌نظر کردن از جرمی که از قطعه ۱ بر اثر عبور گلوله کنده می‌شود، تندی گلوله را قبل از وارد شدن به قطعه ۱ و بعد از بیرون آمدن از آن به‌دست آورید.

۲۵ دانشگاه علم و صنعت ایران / پایانترم اول ۹۶-۱۳۹۵

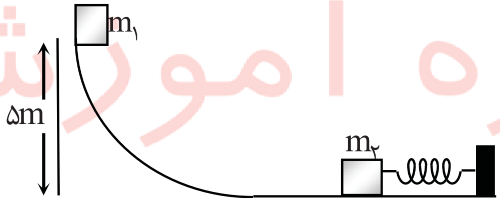
مطابق شکل یک ورقه نازک همگن به جرم ۴ کیلوگرم و به شکل یک مثلث قائم‌الزاویه در صفحه xy را درنظر بگیرید. لختی دورانی این مثلث را حول محور yواقع در صفحه مثلث حساب کنید.



۲۶ دانشگاه علم و صنعت ایران / پایانترم اول ۹۶-۱۳۹۵

مطابق شکل، قطعه‌ای به جرم $m_2 = 5kg$ به فنری در حالت تعادل به ضریب سختی $k = 4500\frac{N}{m}$ متصل است. قطعه $m_1 = 1kg$ از ارتفاع ۵ متری بدون سرعت اولیه رها می‌شود و در پایین سطح منحنی با قطعه m_2 برخورد می‌کند. پس از برخورد جسم m_2 حرکت می‌کند و در بیشترین فشردگی، فنر را به میزان ۱۰ سانتی‌متر فشرده می‌کند. سطوح بدون اصطکاک هستند. ($g = 10\frac{m}{s^2}$)

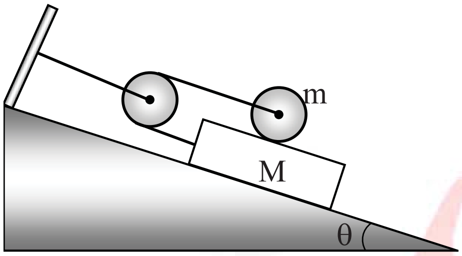
الف) جسم m_1 پس از برخورد تا چه ارتفاعی بر روی سطح منحنی بالا می‌رود؟
ب) آیا برخورد کشسان بوده است؟ چرا؟



۲۷ دانشگاه علم و صنعت ایران / پایانترم اول ۹۶-۱۳۹۵

استوانه‌ای به جرم m (و با لختی دورانی $I=\frac{1}{2}mR^2$) طبق شکل روی تخته‌ای به جرم M (با فرض $M>m$) قرار دارد. تخته بر روی سطح شیبدار بدون اصطکاک با شیب θ قرار دارد. یک انتهای ریسمان بدون جرم به محور چرخ متصل است و پس از گذشتن از روی قرقره بدون جرم و بدون اصطکاکی به تخته وصل شده است. فرض کنید که استوانه بدون لغزیدن بر روی تخته به بالا می‌غلتد. دو بخش ریسمان همواره موازی سطح‌اند.

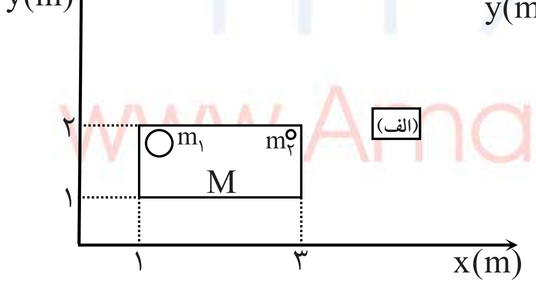
الف) نمودار آزاد نیروهای وارد بر تخته و چرخ را بکشید.
ب) اندازه شتاب تخته را برحسب پارامترهای مسأله حساب کنید.

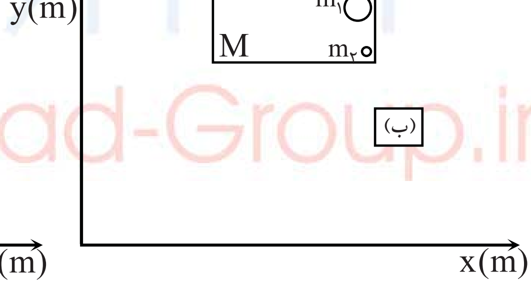


www.Amad-Group.ir

۲۸ دانشگاه علم و صنعت ایران / پایانترم اول ۹۶-۱۳۹۵

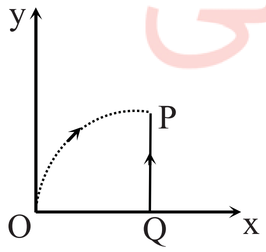
دو شخص به جرم‌های $m_1=60kg$ و $m_2=40kg$ مطابق شکل پایین در سمت چپ در قایقی به جرم $M=100kg$ نشسته‌اند (در شکل، قایق از بالا دیده می‌شود). دو شخص در قایق حرکت می‌کنند به گونه‌ای که m_1 در جای m_2 قرار می‌گیرد و m_2 به نقطه مقابل جای اول m_1 می‌رود (مطابق شکل پایین سمت راست)، اندازه جابجایی قایق نسبت به حالت قبلی چقدر است؟ (فرض کنید قایق در آب ساکن قرار گرفته و اصطکاک قایق با آب قابل صرف‌نظر کردن است. جرم‌های m_1 و m_2 را نقطه‌ای و در گوشه قایق درنظر بگیرید و قایق را به‌صورت یک صفحه مستطیل شکل یکنواخت فرض کنید.)





۲۹ دانشگاه علم و صنعت ایران / پایانترم اول ۹۶–۱۳۹۵

نیروی دوبعدی $\vec{F} = x^2\hat{i} + 2xy\hat{j}$ داده شده است (که $\hat{i}$ و $\hat{j}$ بردارهای یکه هستند). کار این نیرو را در دو مسیر که مبدأ مختصات را به نقطه $P = (1, 1)$ مطابق شکل وصل می‌کنند، حساب کنید. مسیرها به صورت زیر تعریف شده‌اند:

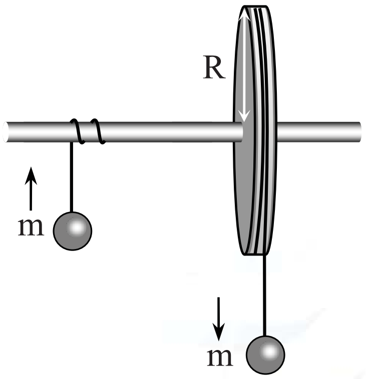


الف) خط راستی از مرکز مختصات تا نقطه $Q = (1, 0)$ و از آنجا به‌طور مستقیم تا نقطه P. (مسیر OQP)

ب) مسیر منحنی که معادله پارامتری آن به صورت $x = t^3$ و $y = t^2$ است و مبدأ را به P مطابق شکل متصل می‌کند.

۳۰ دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی / پایانترم اول ۹۶–۱۳۹۵

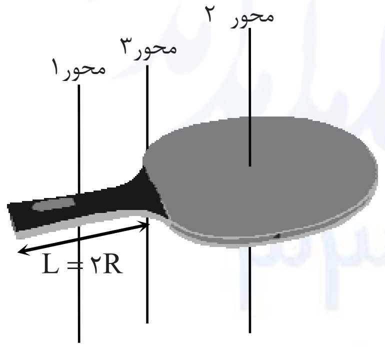
www.Amad-Group.ir



چرخی به شعاع R به محوری به شعاع r وصل می‌گردد. این مجموعه آزاد است تا حول محور افقی بچرخد. لختی دورانی کل این جسم، I می‌باشد. نخ‌هایی به دور چرخ و محور چرخ، در دو جهت مخالف پیچیده شده‌اند و وزنه‌هایی به جرم m به انتهای هریک از آنها متصل است (مطابق شکل). شتاب زاویه‌ای، α، چرخ و محور را بدست آورید. (محاسبات برحسب I و پارامترهای داده شده باشد)

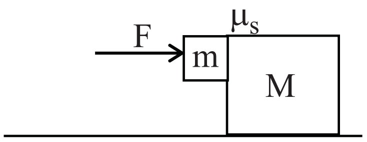
۳۱ دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی / پایانترم اول ۹۶–۱۳۹۵

یک راکت تنیس روی میز را مانند شکل در نظر بگیرید. با فرض آنکه لختی دورانی دسته آن نسبت به محوری که از وسط دسته می‌گذرد (محور ۱) برابر با $\frac{1}{12}mL^2$ (L طول میله و برابر با $2R$) و لختی دورانی قسمت دایروی آن (به شعاع R) نسبت به محوری که از مرکز می‌گذرد (محور ۲) برابر با $\frac{1}{2}mR^2$ باشد، لختی دورانی راکت را نسبت به محور ۳ (محوری که از محل اتصال دسته و صفحه می‌گذرد) بدست آورید. (راهنمایی: از قضیه محورهای موازی استفاده کنید)

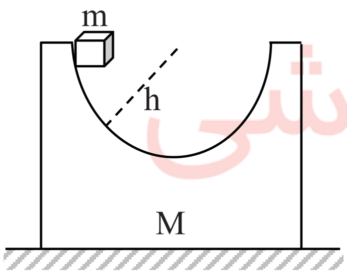


۳۲ دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی / پایانترم اول ۹۶–۱۳۹۵

جسمی به جرم M بر روی سطح بدون اصطکاکی قرار دارد. جسمی به جرم m به آن تکیه داده شده و نیروی F از سمت چپ بر آن وارد می‌گردد. اگر ضریب اصطکاک ایستایی بین دو جسم μ_s باشد، حداقل نیروی F چقدر باشد تا جرم m بر روی M نلغزد.



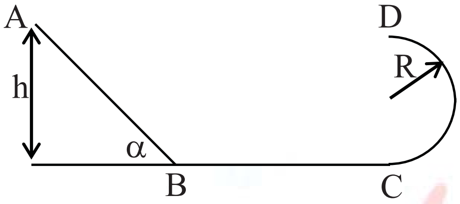
۳۳ دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی / پایانترم اول ۹۶-۱۳۹۵



جسمی مکعبی به جرم M دارای حفره‌ای به شکل نیمکره است. این جسم بر روی سطح بدون اصطکاکی قرار گرفته و از یک طرف به دیوار تکیه دارد. جسمی به جرم m را از نقطه A در بالای جسم M رها می‌کنیم تا از درون قسمت کروی به پایین بلغزد. (توجه: تمام سطوح بدون اصطکاک هستند) در طی زمان‌های بعدی، بیشینه سرعت جسم M چقدر خواهد بود؟

۳۴ دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی / پایانترم اول ۹۶-۱۳۹۵

مطابق شکل، جسمی از ارتفاع h روی سطح شیبداری رها می‌شود و در انتها وارد مسیری دایره‌ای به شعاع R می‌شود. از A تا B ضریب اصطکاک جنبشی بین جسم و سطح μ_k است و در بقیه مسیر اصطکاک وجود ندارد. ($\alpha = ۴۵^\circ$ ، $\mu_k = \frac{۱}{۶}$ ، $BC = ۸R$ ، $h = ۱۲R$)



الف) بررسی کنید جسم به نقطه D می‌رسد یا خیر؟

ب) اگر به نقطه D می‌رسد، نیروی عکس‌العمل سطح (نیروی عمودی سطح) در نقطه D چقدر است؟

پ) پس از بیرون پرت شدن جسم از مسیر دایره‌ای شکل، آیا جسم به سطح شیبدار برخورد می‌کند؟

۳۵ تهران / پایان ترم اول ۹۶-۱۳۹۵

قدرت (توان) تولیدی یک نیروگاه حرارتی که در چرخه کارنو کار می‌کند، برابر P است. سیال مورد استفاده در این چرخه حرارت را در دمای T_H دریافت و در دمای T_C به آب رودخانه‌ای که در مجاورت نیروگاه است، منتقل می‌کند. اگر دمای آب در نواحی پایین‌دست رودخانه در اثر این انتقال حرارت، ΔT درجه تغییر کرده باشد، دبی جرمی جریان آب رودخانه را تعیین کنید.

توضیح: دبی جرمی میزان جرم عبوری در واحد زمان است که آن را با $\dot{m} = dm / dt$ یا $\dot{m} = \Delta m / \Delta t$ نشان می‌دهند.

۳۶ دانشگاه صنعتی امیرکبیر / پایانترم دوم ۹۵-۱۳۹۴

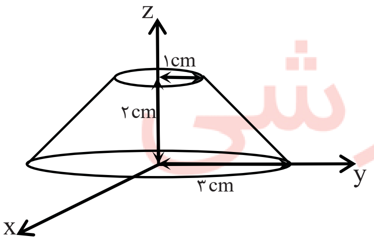
سیاره‌ای به صورت کره یکنواختی به شعاع R و جرم M در نظر بگیرید. فرض کنید تونل باریکی در آن حفر شده که از مرکز می‌گذرد. همچنین فرض کنید می‌توانیم سیبی به جرم m را در هر جای تونل یا خارج از سیاره قرار دهیم. مطلوب است محاسبه نیروی گرانشی وارد بر سیب به صورت تابعی از فاصله r از مرکز سیاره (ثابت جهانی گرانش را برابر با G بگیرید).

۳۷ دانشگاه صنعتی امیرکبیر/ پایانترم دوم ۹۵-۱۳۹۴

استوانه‌ای به شعاع قاعده R و جرم m، بر یک سطح شیبدار به زاویه ۴۵° غلتش می‌کند. نیروی اصطکاک بین سطح استوانه و سطح شیبدار را به دست آورده و نشان دهید که ضریب اصطکاک نمی‌تواند کمتر از $\frac{۱}{۳}$ باشد.

www.Amad-Group.ir

۳۸ دانشگاه علم و صنعت ایران / پایانترم اول ۹۵-۱۳۹۴



یک مخروط ناقص همگن به شعاع قاعده پایین ۳cm، به شعاع قاعده بالایی ۱cm و ارتفاع ۲cm مطابق شکل در نظر بگیرید. جرم این جسم یک کیلوگرم است.

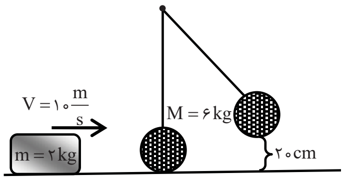
الف) مرکز جرم این مخروط ناقص را بیابید.

ب) لختی دورانی این جسم را حول محورz حساب کنید.

۳۹ دانشگاه علم و صنعت ایران / پایانترم اول ۹۵-۱۳۹۴

www.Amad-Group.ir

جسمی به جرم ۲ کیلوگرم با سرعت ۱۰ متر بر ثانیه بر روی سطح بدون اصطکاک در حال حرکت است. این جسم به آونگی که در مسیرش قرار گرفته برخورد می‌کند. آونگ از یک گلوله ۶ کیلوگرمی متصل به یک نخ بدون جرم تشکیل شده است. پس از برخورد، گلوله تا ارتفاع ۲۰cm بالا می‌آید.

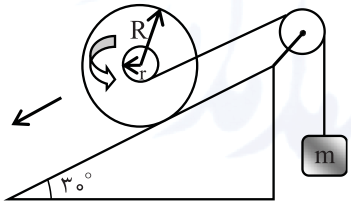


الف) سرعت جسم دو کیلوگرمی پس از برخورد چقدر است؟

ب) آیا این برخورد کشسان بوده است؟ چرا؟

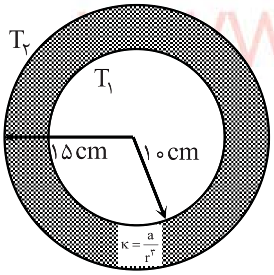
۴۰ دانشگاه علم و صنعت ایران / پایانترم اول ۹۵-۱۳۹۴

بر روی سطح شیبدار (به زاویه ۳۰ درجه) استوانه‌ای به جرم $M = ۴kg$ و به شعاع $R = ۲۰cm$ به پایین سطح شیبدار در حال غلتش است (حرکت غلتشی کامل است). بر روی این استوانه، استوانه‌ی بدون جرمی به شعاع $r = ۱۰cm$ چسبیده شده است و نخی به دور این استوانه پیچیده شده است. سر دیگر ریسمان از طریق قرقره‌ی بدون اصطکاکی به جسم دیگری به جرم $m = ۲kg$ متصل است که در حرکت به سمت بالا می‌باشد. جهت حرکت‌ها در شکل نشان داده شده است. لختی دورانی استوانه $I = ۰/۱۴۴kgm^۲$ می‌باشد. شتاب جسم m را بدست آورید.



۴۱ دانشگاه علم و صنعت ایران / پایانترم اول ۹۵-۱۳۹۴

فضای خالی بین دو کره هم مرکز به شعاع‌های ۱۰cm و ۱۵cm با ماده‌ای پر شده است. ضریب رسانش گرمایی برای ماده‌ی بین دو کره ثابت نبوده و به صورت $\kappa(r) = \frac{a}{r^۳}$ می‌باشد که a یک عدد ثابت و r فاصله از مرکز دو کره می‌باشد. دمای کره‌ی داخلی را در ۶۰k و دمای کره‌ی خارجی را در ۱۰k ثابت نگه می‌داریم. پس از حصول تعادل گرمایی، جریان حرارتی به میزان $۲۰۰۰\frac{J}{Sec}$ بین دو کره برقرار می‌شود. ثابت a را بیابید. (واحد a ذکر شود)



۴۲ دانشگاه علم و صنعت ایران / پایانترم اول ۹۵-۱۳۹۴

دیسکی با شتاب زاویه‌ای وابسته به زمان $\alpha = ۰/۱\pi + ۰/۶\pi t$ از حالت سکون شروع به دوران می‌کند (t زمان است). پس از گذشت یک ثانیه از شروع دوران،

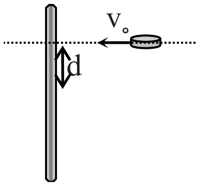
الف) برای نقطه‌ای به فاصله‌ی ۲cm از مرکز دیسک شتاب مماسی و شتاب مرکزگرا را محاسبه کنید.

ب) در این مدت دیسک چند درجه چرخیده است؟

۴۳ دانشگاه صنعتی شریف / پایانترم اول ۹۵-۱۳۹۴

www.Amad-Group.ir

مانند شکل یک میله‌ی یکنواخت و یک گلوله با جرم‌های یکسان m روی سطح افقی بدون اصطکاکی قرار دارند. گلوله با سرعت V_0 به طرف میله حرکت می‌کند به شکلی که سرعتش بر میله عمود است و امتداد حرکت آن در نقطه‌ای به فاصله‌ی d از مرکز میله به میله برخورد می‌کند. فرض کنید این برخورد کشسان است و زمان برخورد آن‌قدر کوتاه است که مسیر گلوله پس از برخورد در امتداد خط اولیه باقی می‌ماند.



الف) سرعت گلوله و سرعت خطی مرکز جرم میله و همچنین سرعت زاویه‌ای میله را بعد از برخورد به‌دست آورید.

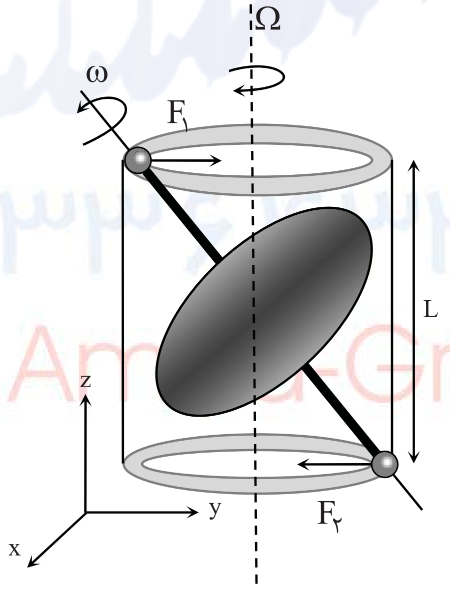
ب) برحسب d بحث کنید که بیشترین سرعت زاویه‌ای و کمترین سرعت زاویه‌ای میله بعد از برخورد چقدر می‌تواند باشد؟

۴۴ دانشگاه صنعتی شریف / پایانترم اول ۹۵-۱۳۹۴

مانند شکل، دو سر میله‌ی فرفره‌ی متقارنی مقید شده است که روی دو دایره‌ی ثابت به شعاع R حرکت کند. مرکز جرم این فرفره درست در مرکز تقارن سیستم قرار دارد. این فرفره را مانند شکل طوری به گردش درآورده‌ایم که حول محور تقارنش با سرعت زاویه‌ای ω می‌چرخد و خود محور تقارن حول محور z که در شکل نشان داده شده با سرعت زاویه‌ای Ω می‌گردد. لختی دورانی فرفره حول محور تقارنش را I بگیرید. همچنین فرض کنید Ω بسیار کوچک‌تر از ω است.

الف) تکانه‌ی زاویه‌ای فرفره به عنوان تابعی از زمان چیست؟

ب) نیروهای F_1 و F_2 که در شکل نشان داده شده‌اند چقدر هستند؟



۴۵ دانشگاه صنعتی شریف / پایانترم اول ۹۵-۱۳۹۴

الف) شعاع سیارکی کروی $R=۵۰۰km$ و شتاب گرانشی در سطح آن $g=۳/۰\frac{N}{kg}$ است. سرعت گریز/فرار از سطح آن را بیابید. فرض کنید جز سیارک جسم دیگری در این نزدیکی نیست.

ب) اگر جسمی از سطح سیارک با سرعت شعاعی $v=۱\frac{km}{s}$ به خارج آن پرتاب شود تا چه ارتفاعی از سطح آن بالا می‌رود؟

پ) اگر جسمی از ارتفاع $۱۰۰۰km$ای بالای سطح سیارک رها شود با چه سرعتی به سطح آن برخورد می‌کند؟

ت) اگر جسمی به جرم واحد در سطح سیاره با سرعت مماسی $v=۱/۵\frac{km}{s}$، پرتاب شود، انرژی و تکانه‌ی زاویه‌ای آن چه‌قدر است؟ این جسم روی یک مدار بیضی حرکت می‌کند که نقطه‌ی پرتاب، نقطه‌ی حضیض (کمترین فاصله از مرکز سیارک) است. با توجه به این‌که در کل مدار انرژی مکانیکس و تکانه‌ی زاویه‌ای ثابت است، بیشترین فاصله‌ای که جسم با مرکز سیارک پیدا می‌کند را بیابید.

www.Amad-Group.ir

۴۶ دانشگاه صنعتی شریف / پایانترم اول ۹۵-۱۳۹۴

یک میله یکنواخت به طول $L=۲m$ و جرم $m=۱kg$ در اختیار است.

الف) کم‌ترین نیروی لازم برای بلند کردن میله به صورت افقی چه‌قدر است؟ نقطه اثر این نیرو را کجا انتخاب می‌کنید؟

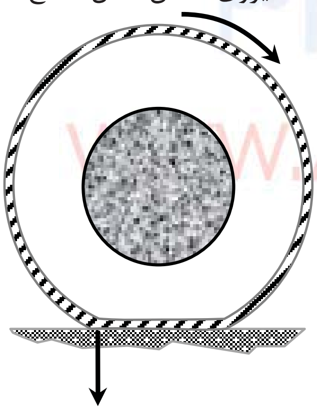
اکنون فرض کنید که می‌خواهید میله را از یکی از دو انتهای آن و فقط با یک دست به صورت افقی در ارتفاعی در حالت تعادل نگه داریم.

ب) نیروها و نقطه‌ی اثر و جهت آنها که از طرف دست به میله وارد می‌شود را به‌دست آورید.

در تمامی مراحل فرض کنید که فقط کف دست و انگشتان با میله در تماس است و پهنای کف دست را $۱۰cm$ درنظر بگیرید. شتاب جاذبه‌ی زمین را هم $g=۱۰\frac{N}{kg}$ بگیرید.

۴۷ دانشگاه صنعتی شریف / پایانترم اول ۹۵-۱۳۹۴

وقتی جسمی گرد، مانندِ چرخ روی زمین می‌غلتد، کمی روی زمین فشرده می‌شود و همین باعث می‌شود که اندکی سطح اتکای غیرصفر روی زمین داشته باشد. زمین به قسمت‌های عقبی که قرار است از زمین جدا شوند به خاطر وجود چسبندگی نیروی کوچکی به سمت پایین وارد می‌کند و در نتیجه گشتاوری به چرخ وارد می‌شود. این گشتاور را ثابت و برابر با τ_0 بگیرید. وضعیت چرخ و نیروی وارد شده به آن طور اغراق‌شده‌ای در شکل روبرو نشان داده شده است. در عمل چرخ فقط اندکی از حالت دایره‌ای خارج می‌شود و در نتیجه می‌توان عملاً فرض کرد که جسم دایره‌ای است و امتداد نیروی عکس‌العمل سطح، همچنان از مرکز چرخ می‌گذرد. جرم چرخ را m، شعاع آن را R و لختی دورانی آن را I بنامید. فرض کنید جسم را با سرعت اولیه‌ی V_0 روی زمین به غلتش درآورده‌ایم.



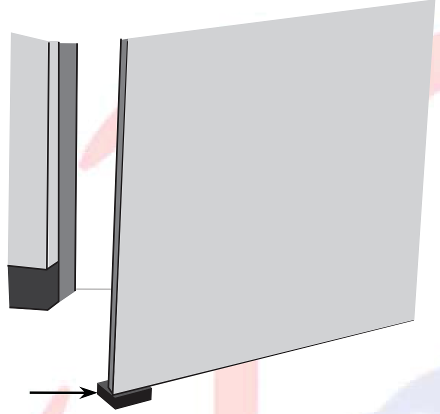
الف) اگر جسم همواره در حال غلتش کامل باشد، شتاب جسم را به‌دست آورید.

ب) حداقل ضریب اصطکاک ایستایی برای ایجاد این شتاب چه‌قدر است؟

ج) جسم چه مسافتی را طی می‌کند تا بایستد؟ با توجه به تجربه‌های شخصی، برای یک توپ پلاستیکی معمولی میزان τ_0 را تخمین بزنید.

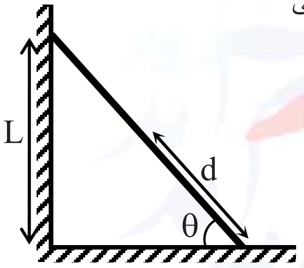
۴۸ دانشگاه صنعتی شریف / پایانترم اول ۹۵-۱۳۹۴

برای جلوگیری از بسته شدن یک درب، قطعه‌ای لاستیکی با مدول کشسانی $E = ۲/۵ \times ۱۰^۶ Pa$ و ضخامت $w = ۱/۲۶cm$ و سطح مقطع $۱/۰ \times ۱۰^{-۳} m^۲$ در فاصله‌ی بین پایین درب و زمین قرار داده‌ایم. فاصله‌ی پایین درب و سطح زمین $d = ۱/۲۲cm$ است. ابعاد درب $۱/۳۱m$ در $۲/۴۳m$ است. ضریب اصطکاک ایستایی بین قطعه‌ی لاستیکی و زمین $\mu_۱ = ۰/۷$ و بین قطعه‌ی لاستیکی و درب $\mu_۲ = ۰/۸$ است. این قطعه‌ی لاستیکی حداکثر تا چه میزان گشتاور وارد به درب را می‌تواند تحمل کند و مانع از بسته شدن درب شود؟ از جرم قطعه‌ی لاستیکی چشم‌پوشی کنید.



۴۹ دانشگاه صنعتی امیرکبیر / پایانترم اول ۹۵-۱۳۹۴

یک نردبان به طول L را به یک دیوار بدون اصطکاک مطابق شکل تکیه داده‌ایم. مرکز جرم نردبان به فاصله d از پایین آن قرار دارد. اگر نردبان در آستانه لغزیدن باشد، ضریب اصطکاک ایستایی میان نردبان با زمین را به‌دست آورید.



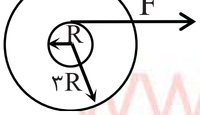
www.Amad-Group.ir

۵۰ دانشگاه صنعتی امیرکبیر / پایانترم اول ۹۵-۱۳۹۴

نیروی F توسط طنابی که به دور محور داخلی چرخی به شعاع R پیچیده شده است، اعمال می‌گردد. چرخ به جرم M و شعاع $۳R$ و لختی دورانی $I = ۲MR^۲$ با یک حرکت غلتشی شروع به حرکت می‌نماید.

الف) شتاب مرکز جرم را به دست آورید.

ب) اندازه و جهت نیروی اصطکاک را به‌دست آورید.



گروه آموزشی
www.Amad-Group.ir